

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-027605

(43)Date of publication of application : 06.02.1991

(51)Int.Cl.

H03F 1/32

(21)Application number : 01-280037

(71)Applicant : AMERICAN TELEPH & TELEGR CO <ATT>

(22)Date of filing : 30.10.1989

(72)Inventor : MYER ROBERT E

(30)Priority

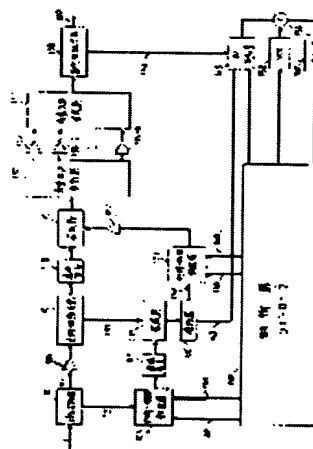
Priority number : 88 265187 Priority date : 31.10.1988 Priority country : US

(54) DISTORTION COMPENSATING CIRCUIT FOR POWER AMPLIFIER

(57)Abstract:

PURPOSE: To remove a distortion from the output of a power amplifier by detecting and monitoring the intermodulated distortion signal of the output of the power amplifier, adjusting the size and phase of a signal having components equivalent to a normalized distortion, and minimizing the inter modulated distortion signal.

CONSTITUTION: A gain and phase adjuster 123 adjusts the size and phase of a distortion signal from a synthesizer 117 so that the distortion components of a signal from a synthesizer 115 can be equal to a prescribed distortion of amplifiers 135-1 to 135-N, and an antiphase can be obtained. The distortion generated by the amplifiers 135-1 to 135-N is offset by a distortion signal having the antiphase applied from the synthesizer 115. Time delay by a fixed delaying element 113 is set so that the difference of a delay time between two paths S1 and S2 for an input signal S can be compensated. The parameter of the adjuster 123 monitors the distortion outputs of the amplifiers 135-1 to 135-N by a polarity connector 138. Then, the parameter of the adjuster 123 is correction controlled so that the distortion outputs of the amplifiers 135-1 to 135-N connected in parallel can be minimized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-27605

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)2月6日

H 03 F 1/32

8836-5 J

審査請求 有 請求項の数 16 (全16頁)

⑮ 発明の名称 電力増幅器用歪補償回路

⑯ 特 願 平1-280037

⑰ 出 願 平1(1989)10月30日

優先権主張 ⑱ 1988年10月31日 ⑲ 米国(US) ⑳ 265187

㉑ 発 明 者 ロバート イー・マイ アメリカ合衆国, 07834 ニュージャージー デンヴィ
ヤー ル, スピアー レーン 30

㉒ 出 願 人 アメリカン テレフォ アメリカ合衆国, 10022 ニューヨーク, ニューヨーク,
ン アンド テレグラ マディソン アヴェニュー 550
フ カムパニー

㉓ 代 理 人 弁理士 三俣 弘文 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

電力増幅器用歪補償回路

2. 特許請求の範囲

1. 規定の歪特性を有する電力増幅器のための電力増幅器用歪補償回路において、

所定の周波数範囲に最低1つの搬送波信号を含む1つまたはそれ以上の入力信号を受信する受信手段、

前記受信手段に接続される入力、並びに前記電力増幅器と実質的に同じ前記規定の歪特性および所定の利得を備え、かつ前記の1つまたはそれ以上の入力信号に応じて、前記規定の歪特性に応じた歪成分および前記所定の利得によって修正された前記の1つまたはそれ以上の入力信号に相当する成分を含む出力信号を生成するための第1の増幅器を備えた出力を有する第1の回路経路、

前記受信手段に接続されている入力、および前記の1つまたはそれ以上の入力信号を歪ませ

ることなく伝送するための出力を有する第2の回路経路、

前記第1の回路経路の出力を前記第2の回路経路の出力から送られる前記の1つまたはそれ以上の入力信号と合成し、前記第1の回路経路の出力信号の前記歪成分に相当する信号を形成するための第1の合成手段、

前記第1の合成手段からの歪成分信号を前記第1の回路経路の出力信号と合成し、前記所定の利得により修正された前記1つまたはそれ以上の入力信号に相当する成分、および前記第1の増幅器の前記歪特性に従う信号と逆位相関係にある成分を有する信号を形成するための第2の合成手段、および

前記第1の合成手段において形成された信号を制御する制御手段とを備え、更に前記制御手段が、

前記規定の周波数範囲における搬送波信号を検出する検出手段(140、160、150)、

前記第1の合成手段の出力に接続され、該第

1の合成手段の出力にて検出される搬送波信号を監視する監視手段(142,160,150)、および

前記第2の回路経路にあって、該第2の回路経路に与えられる信号の大きさおよび位相を前記監視手段の出力に応じて調整することにより、監視される搬送波信号を最小化する調整手段(103)を備えることを特徴とする

電力増幅器用歪補償回路。

2. 前記規定の周波数範囲の搬送波信号を検出する前記検出手段が、

前記電力増幅器の出力に接続され、前記規定の周波数範囲を走査することにより、該電力増幅器の出力にて第1の所定のしきい値を超える大きさを有する信号を検出する走査手段(150,152,155)を備える

ことを特徴とする

請求項1記載の電力増幅器用歪補償回路。

3. 前記の検出搬送波信号を監視する前記監視

つまたはそれ以上の第1の調整信号の順次生成を、第1の調整信号が固定数に達するかまたは前記の監視された検出搬送波信号の大きさが前記第1のしきい値を下回るまで行い、更に1つまたはそれ以上の第2の調整信号の順次生成を、第2の調整信号が固定数に達するかまたは前記の監視された検出搬送波信号の大きさが前記第1のしきい値を下回るまで行うための手段(150,450,452,454)を備える

ことを特徴とする

請求項3記載の電力増幅器用歪補償回路。

5. 前記規定の周波数範囲を走査する前記走査手段が、更に、

前記電力増幅器の出力に応じて、該電力増幅器出力からの信号の周波数を所定の周波数に変換する手段(152,155)、および

前記の走査された信号を前記所定の周波数で受信する狭帯域受信機(160)を備える

ことを特徴とする

請求項4記載の電力増幅器用歪補償回路。

手段が、

前記の検出搬送波信号の大きさを表す信号を生成する手段(155,160)、

前記の検出搬送波信号の大きさを表す信号を生成する前記手段と前記の第2の回路経路に与えられる信号の大きさおよび位相を調整する前記調整手段との間に接続されて、前記の検出搬送波信号の大きさを表す信号に応じて第1および第2の調整信号を生成する手段(150,317)

前記第2の回路経路に与えられる信号の大きさを修正するために、前記第1の調整信号を与える手段(162)、および

前記第2の回路経路に与えられる信号の位相を修正するために、前記第2の調整信号を与える手段(164)を備える

ことを特徴とする

請求項2記載の電力増幅器用歪補償回路。

4. 前記の第1および第2の調整信号を生成する手段が、

前記の検出搬送波信号の大きさに応じて、1

6. 前記電力増幅器が並列に接続された複数の増幅器(135-1から135-N)を備え、各増幅器(例えば、135-1)が前記規定の歪特性を有し、更に前記第1の増幅器(105)が、並列接続された複数の前記増幅器の各々と実質的に同じ歪特性を有する

ことを特徴とする

請求項1記載の電力増幅器用歪補償回路。

7. 前記第2の合成手段において形成された信号を制御する手段を更に備え、なお更に

前記第2の合成手段において形成された信号を制御する該手段が、

前記電力増幅器の出力に接続され、前記規定の周波数範囲の相互変調生成信号を検出し、かつ該電力増幅器の出力にて検出された該相互変調生成信号を監視するための手段(140,150,152,155,160)、および

前記の第1および第2の合成手段の間に接続され、前記の監視された相互変調生成信号が最小となるように前記第1の合成手段の出力信号

の大きさおよび位相を調整する手段(123)を備える

ことを特徴とする

請求項1記載の電力増幅器用歪補償回路。

8. 前記の第1および第2の合成手段の間に接続され、前記の監視された相互変調生成信号が最小となるように前記第1の合成手段の出力信号の大きさおよび位相を調整する前記手段が、更に

前記第1の合成手段の出力信号の位相を反転する手段(127)を備える

ことを特徴とする

請求項7記載の電力増幅器用歪補償回路。

9. 前記規定の周波数範囲の相互変調生成信号を検出する前記手段が、

前記電力増幅器の出力に接続され、前記規定の周波数範囲を走査することにより、該電力増幅器の出力において前記第1の所定のしきい値と該第1のしきい値より低い第2の所定のしきい値との間の大きさを有する信号を検出する手

請求項9記載の電力増幅器用歪補償回路。

11. 前記の第1および第2の調整信号を生成する前記手段が、

前記の監視された相互変調生成信号の大きさに応じて、1つまたはそれ以上の第1の調整信号の順次生成を、第1の調整信号が固定数に達するかまたは前記の監視された相互変調生成信号の大きさが前記第2のしきい値を下回るまで行い、更に1つまたはそれ以上の第2の調整信号の順次生成を、第2の調整信号が固定数に達するかまたは前記の監視された相互変調生成信号の大きさが前記第2のしきい値を下回るまで行うための手段(150、345、348、352、355)を備える

ことを特徴とする

請求項10記載の電力増幅器用歪補償回路。

12. 前記規定の周波数範囲を走査する前記手段が、更に

前記電力増幅器の出力に応じて、該電力増幅器の出力からの信号の周波数を所定の周波数に

段(140、150、152、155)を備える

ことを特徴とする

請求項8記載の電力増幅器用歪補償回路。

10. 前記の検出された相互変調生成信号を監視する手段が、

前記の検出された相互変調生成信号の大きさを表す信号を生成する手段(160)、

前記の検出された相互変調生成信号の大きさを表す信号を生成する前記手段に接続され、第1および第2の調整信号を生成する手段(150、348)、

前記第1の合成手段の出力信号の大きさを修正するために、該第1の合成手段の出力信号の大きさおよび位相を調整する前記手段に前記第1の調整信号を与える手段(166)、および

前記第1の合成手段の出力信号の位相を修正するために、該第1の合成手段の出力信号の大きさおよび位相を調整する前記手段に前記第2の調整信号を与える手段(168)を備える

ことを特徴とする

変換する手段(140、152、155)、および

前記所定の周波数を受信する狭帯域受信機(160)を備える

ことを特徴とする

請求項11記載の電力増幅器用歪補償回路。

13. 前記電力増幅器が並列に接続された複数の増幅器(135-1から135-N)を備え、各増幅器(例えば、135-1)が前記規定の歪特性を有し、更に前記第1の増幅器(105)が、並列接続された複数の前記増幅器の各々と実質的に同じ歪特性を有する

ことを特徴とする

請求項7記載の電力増幅器用歪補償回路。

14. 前記規定の周波数範囲の搬送波信号を検出する前記手段が、

前記規定の周波数範囲において1つまたはそれ以上の前記入力信号が存在しない周波数を検出する手段(640、660、650)、

前記の検出された周波数でパイロット信号を発生し、該パイロット信号を前記受信手段に与

える手段(640,650,652,670)、および

前記第1の合成手段の出力に接続されていて、該第1の合成手段の該出力において前記パイロット信号を監視する手段(642,650,655,660)を備えることを特徴とする

請求項1記載の電力増幅器用歪補償回路。

15. 前記規定の周波数範囲において1つまたはそれ以上の前記入力信号が存在しない周波数を検出する前記手段が、

前記電力増幅器の出力に接続されていて、前記規定の周波数範囲を走査することにより、該電力増幅器の出力において第1の所定のしきい値を下回る大きさを有する信号を検出する手段(640,650,652,655)を備える

ことを特徴とする

請求項14記載の電力増幅器用歪補償回路。

16. 前記パイロット信号を監視する前記手段が、

前記パイロット信号の大きさを表す信号を生成する手段(660,650)、

前記パイロット信号の大きさを表す信号を生

成する前記手段と前記第2の回路経路に与えられる信号の大きさおよび位相を調整する手段との間に接続され、前記のパイロット信号の大きさを表す信号に応じて第1および第2の調整信号を生成する手段(650,717)、

前記第2の回路経路に与えられる信号の大きさを修正するために、前記第1の調整信号を与える手段(662)、および

前記第2の回路経路に与えられる信号の位相を修正するために、前記第2の調整信号を与える手段(664)を備える

ことを特徴とする

請求項15記載の電力増幅器用歪補償回路。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、高電力RF(無線周波数)増幅器に関し、更に詳細には、高電力直線RF(無線周波数)増幅器の直線性を向上させるためにプリディストーション(predistortion)を用いた自動制御システムに関する。

〔従来の技術〕

RF直線増幅器には、高電力レベルでは信号に歪をもたらす非直線特性を呈する素子を使用される。RF増幅器に1つ以上の信号を入力した場合、その非直線特性によって、増幅過程の信号どうしの間に不要な相互作用が相乗的に生じ、増幅器出力に相互変調成分が含まれる。このような相互変調成分が原因となって、設定された伝送基準を越える干渉および漏話が増幅器周波数の動作範囲にわたって発生することになる。

周知のように、増幅する信号に予め歪を与え、その増幅器によって生じる歪を打ち消すことによって相互変調歪を軽減することができる。このようなプリディストーション(予め歪を与えること)方法としては、米国特許4,465,980号の説明のように、非直線素子を用いることにより増幅器で発生する歪を補償するものがある。しかし、非直線素子の特性は、一般に、増幅器の特性とは異なり、特定の周波数範囲に対してのみ有効となるように修正する必要がある。また、米国特許4,291,277号

または同4,554,514号などのように、1つの入力信号のベースバンドを変換した変調成分を用いたプリディストーション方式もあるが、同時に複数の信号を扱うシステムや周波数が広範囲にわたるシステムには役に立たない。

米国特許3,755,754号には、多周波信号を、可変位相変換器および極めて類似した歪転送特性を有する歪発生増幅器を介して、電力増幅器に入力するようにした、マイクロ波増幅器用のプリディストーション補償方式が説明されている。その歪発生増幅器の出力は、可変位相変換器からの出力と結合されて、電力増幅器の歪成分とは逆位相の歪成分を有するプリディストーション信号を形成し、これによって補償が得られる。米国特許4,068,186号によって、それと似たような方法で、高周波増幅器の非直線特性を補償するための回路が開示されている。この方法では、1つの入力信号を2つの部分に分割し、その一方を遅延線を備えた第1の伝送線に入力し、他方を歪を発生する高周波増幅器を備えた第2の伝送線に入力する。そして、

それらの伝送線の出力のベクトル和によって、その補償回路に直列接続された高周波増幅器の振幅および位相の非直線特性を補償する非直線特性が与えられる。補償されるべき増幅器に似た歪特性を持つ歪発生増幅器を使用することは、かなりの改善をもたらすが、その一方で、プリディストーション回路の制御が予め設定されるために、動作状態の変化による回路素子の特性の変化が歪補償に悪影響を及ぼすことがある。

米国特許4,453,133号には、補償されるべき電力増幅器に似た歪特性の増幅器をやはり利用する直線性補償用の能動プリディストータ（先行歪化器）が開示されている。それによれば、入力信号を、直線遅延器を備えた信号路に与える成分、歪発生増幅器に与える部分、および位相反転プリディストーション信号を形成するために歪発生増幅器の出力の一部と結合させる部分に分割する。その位相反転予歪信号を直線遅延路の信号と結合させ、補償されるべき増幅器の入力に与える。また、電力増幅器の出力の一部を帰還することによって、

ませることなく転送する第2の回路経路に与えられる。第1の回路経路の出力信号は、第2の回路経路の出力から伝送される1つまたはそれ以上の入力信号と合成され前記の規定の歪に相当する成分を有する第1の信号が形成される。この第1の信号は、第1の回路経路の出力信号と合成され、前記所定の利得によって修正された前記の1つまたはそれ以上の入力信号に相当する成分、およびそれに対し逆位相関係にある前記規定の歪に相当する成分を有する第2の信号が形成される。前記規定の周波数範囲で搬送波信号を検出し、その検出した搬送波を監視し、第1および第2の回路経路のうち1つの振幅および位相特性を調整して、第1の信号における検出された搬送波を最小にすることによって、前記規定の歪に相当する成分以外の信号が、第1の信号から除去される。

本発明の特徴の1つによれば、電力増幅器の出力における相互変調歪信号を検出し、その相互変調歪信号を監視し、前記第1の信号の大きさおよび位相を調整して、前記の監視された相互変調歪

補償されるべき増幅器および歪発生増幅器の動作特性をより緊密に整合させることもできる。しかし、この構成では、プリディストーション回路を通った入力信号が減衰し、歪の補償に必要な減衰特性および位相特性を連続的に制御することができない。本発明によれば、入力搬送波信号を用いて歪の除去を制御することにより、プリディストーション型の直線性補償器の動作を改善し、正確な歪補償を与え、しかも広帯域の周波数範囲を自由に使用することができる。

〔発明の概要〕

本発明は、規定の歪を有する電力増幅器のための電力増幅器用歪補償装置として、所定の周波数範囲に最低1つの搬送波信号を含む1つまたはそれ以上の入力信号を受信する電力増幅器用歪補償装置を提供する。1つまたはそれ以上の入力信号が、その1つまたはそれ以上の入力信号に応じた規定の歪を伴う出力信号を発生し且つ所定の利得を有する第1の増幅器を備えた第1の回路経路、および前記の1つまたはそれ以上の入力信号を歪

信号を最小にすることにより、前記電力増幅器の出力から歪を除去することができる。

〔実施例〕

第1図は、規定の周波数帯域にわたり信号を増幅するように動作する電力増幅器のための、本発明を実証する歪補償装置を示す。第1図において、電力増幅器は、複数の実質的に同じ増幅器135-1から135-Nを並列に接続したものである。これらの増幅器の各々は、多重出力分割器132を介して合成器115から入力信号を受信する。増幅器135-1から135-Nの出力より、多重入力合成器137において1つの高電力信号が合成される。これらの増幅器は、実質的に同じものであるため、それぞれ等しい規定の歪特性を有する。第1図の回路は、プリディストーション増幅器105を備えている。このプリディストーション増幅器105は、増幅器135-1から135-Nと実質的に同じであり、従って同じ歪特性を有する。補償を行うには、増幅器105の出力の歪成分を分離し、その歪の位相を反転したものを増幅器135-1から135-Nの入力に加えればよい。本発明に

従う歪補償装置により、パラメータを調整し歪補償を最適化しながら、印加される1つまたはそれ以上の入力信号を増幅することができる。

第1図について説明する。先ず、複合入力信号 s は、信号分割器101において2つの部分 s_1 および s_2 に分割される。部分信号 s_1 は、増幅器105を備えた第1の回路経路に与えられる。この増幅器は、規定の歪を挿入しつつ設定済みの利得を与え、その出力を方向性結合器110に供給する。方向性結合器110の主出力は、固定遅延素子113で遅延され、合成器115の入力の1つに結合される。部分信号 s_2 は、利得・位相調整器103を備える第2の回路経路に与えられる。信号 s_2 は、利得・位相調整器103によって修正され、合成器117に与えられ、そこで、方向性結合器110の出力の一部がその修正された信号 s_2 と合成されることにより、増幅器105の歪出力に相当する成分以外の信号が最小になる。前記の利得・位相調整器103からの信号の大きさおよび位相が、正しく調整されていれば、方向性結合器110からの増幅信号は、遅延素子104からの歪

のない信号によって打ち消され、合成器117の出力には前記規定の歪のみが現れる。分割器120は、合成器117の出力の一部を、導線142を介して、利得・位相調整器103のパラメータを制御するコントローラ150を備えた制御装置（後述する）に供給する。

分割器120の出力は、導線147を介して利得・位相調整器123に与えられる。調整器123からの修正された歪信号は、電圧増幅器127で反転され且つ設定された量だけ増幅されて、合成器115の入力に与えられる。調整器123は、合成器117からの歪信号の大きさおよび位相を、合成器115からの信号の歪成分が増幅器135-1から135-Nの規定の歪に等しく且つ逆位相となるよう、修正するように、調整されている。この歪補償装置の動作結果として、増幅器135-1から135-Nによって生じる歪は、合成器115からそれらの増幅器の入力に与えられる逆位相の歪信号によって相殺されることになる。固定遅延素子113による時間的遅れは、入力信号に対する2つの経路の間の遅延時間の差を補償するように設定されており、また調整器123のパラメータは、

方向性結合器138で増幅器の歪出力を監視し、並列接続された増幅器の歪出力が最小となるように前記調整器のパラメータを修正することによって、制御されている。

合成器117の出力が前記規定の歪を表現することを保証するために、導線140に接続している分割器（方向性結合器）138からの信号が、RFスイッチ145を介して混合器155に送られる。コントローラ150により、混合器155のもう一方の入力に走査信号が供給され、その結果、前記増幅器の規定の周波数範囲が最低部から最高部へと走査されることになる。搬送波信号が検出された場合、走査は中断され、その搬送周波数が保持される。このとき、RFスイッチ145は、分割器120の出力を導線142を介して混合器155に接続し、狭帯域受信機160が合成器117の出力を監視できるようにする。これにより、コントローラ150は、利得・位相調整器103のパラメータを修正し、合成器117の出力に現れる信号中に検出される搬送波の大きさを減少させるように動作する。このパラメータ修正動作は、監視

状態にある搬送波信号の大きさが最小となるか、または修正が所定の回数だけ行われるまで繰り返される。

第8図に、第1図の回路の周波数帯域を示す。搬送波および相互変調歪信号の両方とも、この帯域内に発生する。波形801、803および805の搬送波信号は、 -30 dB 以上の大きさがあり、相互変調歪信号807の振幅は、 -30 dB から -60 dB の間である。本発明によれば、コントローラ150は、第1図の回路の規定の周波数帯域の端（例えばf₁）から出力180を走査し、搬送波信号 S_c （波形801）の位置を求めるように動作する。搬送波信号の位置が確認されると、合成器117からの搬送波信号の大きさは、RFスイッチ145、混合器155および狭帯域受信機160を介して前記コントローラによって監視され、合成器117の出力の搬送波信号成分が最小となるように振幅・位相調整器（利得・位相調整器）103の振幅パラメータおよび位相パラメータが繰り返し修正される。このように振幅および位相を調整することにより、合成器117の出力

の搬送波信号を確実に極限まで減少させることができる。

更に必要なことは、電力増幅器出力の相互変調による成分を最小にすることである。従って、本発明においては、導線140およびRFスイッチ145を介して分割器138の出力を混合器155に接続することによって、前記規定の周波数帯域を第8図の端f_Lから再び走査し、波形807の相互変調生成信号を検出する。相互変調生成信号を発見すると、振幅・位相調整器(利得・位相調整器)123のパラメータを繰返し修正して、方向性結合器138からの導線140に現れる相互変調生成信号を最小となるようにする。歪を減らすために、パイロット信号を挿入すべく、規定の周波数帯域の一部をサービス領域から除外する必要がなく、好都合である。

第2図に、コントローラ150を更に詳細に示す。第2図の回路は、インテル社のD87C51型マイクロプロセッサなどのような信号処理手段を備え、制御プログラム記憶装置205および制御プロセッサ210、搬送波・相互変調信号記憶装置215、入

カインタフェース203、出力インタフェース235、およびバス218を含んでいる。アナログ/デジタル変換器201は、受信機160からの信号の振幅を表す信号を受信し、そのアナログ信号を一連のデジタル値に変換する。制御プログラム記憶装置205に格納されている命令に従って動作する制御プロセッサ210によって、これらのデジタル値は入力インタフェース203およびバス218を介して記憶装置215に送られる。また、このプロセッサは、バス218および出力インタフェースを介してデジタル信号をデジタル/アナログ変換器220、225、230、240および245に送る。変換器220のアナログ出力は、電圧制御発振器(VCO)152に供給され、走査動作を行わせる。変換器225および230の出力は、導線162および164を介して振幅・位相調整器(利得・位相調整器)103の振幅調整部および位相調整部に送られ、その振幅特性および位相特性をそれぞれ修正する。変換器240および245の出力は、導線166および168を介して振幅・位相調整器(利得・位相調整器)123に送られ、その振幅パラメータおよび位

相パラメータを修正する。インタフェース235も、RFスイッチ145の制御導線に接続され、制御動作中のスイッチの位置を決定する。

第1図の回路の動作を開始する前に、振幅・位相調整器103および123が最適な設定となるように手動で相互のバランスをとる。コントローラ150は、変化する場合に常に最適な動作状態を維持するように調整されている。振幅・位相調整器103は、信号s₂の振幅特性および位相特性を修正することによって、増幅器105の増幅信号成分が振幅・位相調整器103からの歪んだ出力信号によって相殺されるようにする。コントローラは、RFスイッチ145によって、最初は方向性結合器138に接続され、VCO152、混合器155および狭帯域受信機160を介して、そこからの信号の周波数スペクトラムを走査させて搬送波を検出する。次に、コントローラは、合成器117の出力位置にある分割器120に接続され、これにより調整器103の振幅パラメータおよび位相パラメータは、導線142に現れる搬送波の大きさが最小となるように調整される。搬送波成分

が最小化されるか、または調整が所定の回数だけ行われると、コントローラは、規定の周波数帯域を端f_Lから走査することにより相互変調信号を検出し、更に調整器123の振幅パラメータおよび位相パラメータの一連の調整を行うことにより導線140上の相互変調信号を規定のしきい値以下に減らすように、動作する。コントローラは、このように振幅・位相調整器103および123のパラメータの調整を連続的に繰り返す。

第2図のコントローラの動作は、制御プログラム記憶装置205に永久的に記憶された命令によって指示される。第3図は、その記憶装置に格納されている命令に従うコントローラ150の動作を説明するフローチャートである。第2図および第3図に示すように、制御プロセッサ210は、まず、プログラム・ステップ301に従って、デジタル/アナログ変換器220、225、230、240および245をリセットする。次に、搬送波調整信号および相互変調調整信号が初期化され(ステップ302、303)、RFスイッチ145が導線140の信号を受信するように設

定される(ステップ304)。それと同時に、デジタル／アナログ変換器220により、VCO回路152が、増幅器の規定周波数範囲の端f_Lに来るように設定される。RFスイッチ145は、導線140を混合器155の一方の入力に結合するように設定され、VCO152は混合器155の他方の入力に接続されている。ステップ305からステップ307までのループにおいて、導線140に搬送波信号が検出される(ステップ307)まで前記規定の周波数帯域が走査される(ステップ305)。走査中に狭帯域受信機160で得られる信号は、第2図のアナログ／デジタル変換器201に与えられ、制御プロセッサによりデータ記憶装置215に格納される。制御プロセッサによって搬送波信号が検出されると、すぐにその搬送波信号の振幅および周波数が記憶され、VCO152の走査周波数が維持される(ステップ310)。

次に、プロセッサは、RFスイッチに信号を送り、分割器120からの至信号を混合器155に結合するようにスイッチ位置を変化させる(ステップ3

搬送波の大きさがしきい値TH以下になるまで、繰り返される。分割器120の搬送波信号の大きさが、そのしきい値以下である場合、第1図の合成器117の出力における搬送波成分は条件にかなうものとして判断され、これにより、制御がステップ333に渡されて、相互変調信号を減少させる動作が開始される。前記搬送波信号の大きさが、前記しきい値THと等しいか、またはそれ以上である場合、搬送波調整回数には、1が加えられ(ステップ327)、所定の数N*と比較される(ステップ330)。数N*を越えた場合、そのループの反復は終了され、ステップ333において相互変調信号の低減が開始される。検出した搬送波信号のデータ解析ステップ317の動作は、第4図のフローチャートに更に詳細に示す。

第4図について説明する。この解析を行うには、調整器103の振幅パラメータおよび位相パラメータを個別に調整する必要がある。判断ステップ401は、ステップ315またはステップ330に続いて行われ、そこで、(ループの繰り返しの)現

12)。このとき、検出した搬送波に相当する導線142上の信号が受信機160からアナログ／デジタル変換器201に与えられる。そして、搬送波信号の調整回数を数える信号Nが1に設定され(ステップ315)たのち、ステップ317からステップ330の搬送波信号調整ループに入る。検出した搬送波信号の反復調整中に、振幅・位相調整器103のパラメータは、制御プロセッサにより監視される搬送波信号が最小になるように、修正される。このループは、搬送波信号が所定のしきい値を下まわるか、または調整が所定回数だけ行われるまで、繰り返される。

前記の搬送波調整ループにおいて、分割器120の搬送波信号は、RFスイッチ145、混合器155および受信機160を介してアナログ／デジタル変換器201に与えられる。そして、搬送波強度データが解析され、振幅・位相調整器103に対し調整が行われる(ステップ317)。プロセッサ210は、判断ステップ320において、搬送波信号の大きさM(S_c)を所定のしきい値と比較する。このループは、搬

在の回で調整すべきパラメータは振幅パラメータおよび位相パラメータのいずれであるかが決定される。これは、調整回数信号Nを10で割ることによって行われる。この結果が偶数の場合、制御信号DR、CNおよびSSが、振幅調整値DRA、CNAおよびSSAに設定される(ステップ405)。その他の場合、制御信号DR、CNおよびSSが、位相調整値DRP、CNPおよびSSPに設定される(ステップ410)。ここで説明のために、振幅の調整が選択されたと仮定する。最初に、変更制御信号DRの方向が、前回に得られた値、つまりI(増加)またはD(減少)に設定される。状態制御信号は、前回の修正値に相当するB(より良い)またはW(より悪い)のいずれかに設定され、修正ステップ・サイズSSは、前回に相当する大きい値、中間の値、または小さい値のいずれかに設定される。

次に、判断ステップ415に移り、それらの制御パラメータが評価される。CN=BかつDR=I、またはCN=WかつDR=Dとなり、前回の

繰り返しの増加過程で改善しているか、または減少過程で悪化していることを示している場合、制御信号DRがIに設定され、振幅調整用デジタル／アナログ変換器225の制御電圧が、修正ステップ・サイズ信号SSの設定値に相当する分だけ上げられる(ステップ425)。CN=BかつDR=I、またはCN=WかつDR=Dという条件が満たされない場合、方向制御DRがDに設定され、前記の振幅調整用変換器の制御電圧が、前回の修正ステップ・サイズSSに相当する分だけ下げられる(ステップ420)。繰り返しの初回においては、修正ステップ・サイズは、予めゼロに設定されている。

ステップ420または425における調整の後、搬送波の検出された信号振幅 $M(S_c)$ が、第1図の受信機160から入力され(ステップ430)、前回の繰り返し時の振幅 $M(S_c)^*$ と比較される(ステップ433)。 $M(S_c) \geq M(S_c)^*$ である場合は、調整状態が悪化しているため、状態信号CNがWに設定される(ステップ438)。 $M(S_c) < M$

に移り、更新したパラメータDR、CNおよびSSを信号DRA、CNAおよびSSAとして格納する。 $N/10$ が奇数の場合は、制御パラメータDR、CNおよびSSを信号DRP、CNPおよびSSPとして格納する(ステップ462)。ここで、プロセッサの制御は、第3図のステップ320に移される。

一方、信号 $N/10$ が奇数の場合には、状態制御信号CNP、方向制御信号DRP、および修正ステップ・サイズ信号SSPが、ステップ410に示すように得られ、制御信号CN、DR、およびSSとして使用されることを除けば、制御プロセッサの動作は、第4図について先に説明した動作と同じである。最大調整回数信号 N^* を大きな値に設定することにより、制御プロセッサは、調整器103の振幅パラメータおよび位相パラメータの1つを何度か調整し、更に振幅パラメータおよび位相パラメータの他方を何度か調整するか、または搬送波信号の振幅 $M(S_c)$ がしきい値TH以下になるまで調整することができる。

$(S_c)^*$ である場合は、調整状態が良くなっているため、CNがBに設定される(ステップ435)。そして、次の繰り返しの備えて、 $M(S_c)^*$ は現在の振幅値 $M(S_c)$ に設定される(ステップ440)。

そして、次の修正ステップ・サイズが調整できるように、現在の振幅 $M(S_c)$ の範囲が決定される(判断ステップ442、444および446)。振幅信号 $M(S_c)$ が、検出された搬送波のピーク値に比較して-10dbより大きい場合、次の調整で大きく修正するように修正ステップ・サイズが大きな値に設定される(ステップ450)。振幅信号 $M(S_c)$ が-10から-20dbの場合、修正ステップ・サイズは中間値に設定され(ステップ452)、振幅信号 $M(S_c)$ が-20から-30dbの場合、修正ステップ・サイズは小さな値となる(ステップ454)。振幅信号 $M(S_c)$ が-30dbより小さい場合、修正ステップ・サイズはゼロに設定される(ステップ448)。この場合、 $N/10$ が偶数で、振幅の調整を行うのであるから、判断ステップ460によってステップ464

判断ステップ320または330によって、第3図の搬送波処理ループが終了した場合、プロセッサ210によりRFスイッチ145が再設定され、方向性結合器138から出ている導線140が混合器155入力の1つに接続され、受信機160の出力が導線140上の出力信号に対応するようになる(ステップ333)。次に、コントローラの設定により、相互変調生成信号を求めるために、増幅器の周波数範囲が、搬送波信号に対する開始周波数として使用されたのと同じ端から走査される(ステップ335)。ステップ340において、搬送波周波数 $f(S_c)$ より先に相互変調生成信号が検出された場合、相互変調回数信号Mが1に設定され(ステップ343)、ステップ345から355の相互変調調整ループに入る。そうでない場合、プロセッサはステップ304に戻り、ステップ305から307の搬送波走査プロセスを再び始める。

相互変調低減ループにおいて、プロセッサ210は、相互変調信号IMを解析し、それに応じて調整器123の振幅および位相を調整する(ステップ345)。

調整器123に対して調整を行った後、判断ステップ348において、相互変調信号IMが検査される。そのIMが-30から-60dbの間でない場合、プロセッサの制御はステップ304に移され、搬送波信号検出ループが再び開始される。IM信号が-30から-60dbの間である場合、前記の相互変調低減ループを更に繰り返す必要があるため、相互変調回数信号が1だけ加算される(ステップ352)。その加算された値は、最大回数信号M*と比較され(ステップ355)、そのループに再び入る(ステップ345)。IMが-30dbより大きい場合、検出された信号は、相互変調信号でない可能性があるため、制御はステップ304に戻される。IMが-60dbより小さい場合には、その値は条件にかなうので、ステップ304が再開される。この相互変調低減ループは、判断ステップ348または355の一方にて終了する。

相互変調信号の解析および調整のステップ345を第5図に更に詳細に示す。第5図について説

い値、中間の値または小さい値のいずれかに設定される。

次に、判断ステップ515に入り、前記の制御パラメータが評価される。CN=BかつDR=I、またはCN=WかつDR=Dとなり、前回の繰り返し中に増加過程で改善しているか、または減少過程で悪化していることを示す場合、制御信号DRがIに設定され、振幅調整用デジタル/アナログ変換器240の制御電圧が、修正ステップ・サイズ信号SSの設定値に相当する分だけ増加される(ステップ525)。CN=BかつDR=I、またはCN=WかつDR=Dという条件が満たされない場合、方向制御DRがDに設定され、前記の振幅調整用変換器の制御電圧が、前回の修正ステップ・サイズSSに相当する分だけ下げられる(ステップ520)。繰り返しの初回においては、修正ステップ・サイズは、予めゼロに設定されている。

ステップ520または525における調整の後、相互変調信号振幅IMが、第1図の受信機160から

明する。この解析には、調整器123の振幅パラメータおよび位相パラメータを個別に調整する必要がある。ステップ343または355から判断ステップ501に入ると、この回の繰り返しにおいて振幅パラメータおよび位相のいずれのパラメータを調整すべきかが決定される。これは、調整回数信号Mを10で割ることによって行われる。結果が偶数の場合、調整用の制御信号DR、CNおよびSSが、前回の振幅相互変調調整値DRIA、CNI AおよびSSI Aに設定される(ステップ505)。偶数でない場合は、調整制御信号DR、CNおよびSSは、前回の位相相互変調調整値DRIP、CNI PおよびSSI Pに設定される(ステップ510)。説明のために、振幅の調整が選択されたものと仮定する。まず、変更制御信号DRの方向が、前回に得られた値、つまりI(増加)またはD(減少)に設定される。状態制御信号は、前回の修正値に相当するB(より良い)またはW(より悪い)のいずれかに設定され、修正ステップ・サイズの大きさSSは、前回に相当する大き

入力され(ステップ530)、前回の繰り返し時の振幅IM*と比較される(ステップ533)。IM \geq IM*である場合は、調整状態が悪化しているので、状態信号CNがWに設定される(ステップ538)。IM<IM*である場合は、調整状態が良くなっているので、CNがBに設定される(ステップ535)。そして、次の繰り返しの前に、IM*は現在の振幅値IMに設定される(ステップ540)。

そして、次の修正ステップ・サイズが調整できるように、現在の振幅信号IMの範囲が決定される(判断ステップ542、544および546)。振幅信号IMが、検出された搬送波のピーク値に比較して-40dbより大きい場合、修正ステップ・サイズが大きな値に設定され(ステップ550)、次の調整で大きな修正が得られる。IMの大きさが-40から-50dbの場合、修正ステップ・サイズは中間値に設定され(ステップ552)、IMが-50から-60dbの場合、修正ステップ・サイズは小さな値となる(ステップ

554)。IMの大きさが -60 dB より小さい場合、修正ステップ・サイズはゼロに設定される(ステップ548)。この場合、 $M/10$ が偶数で、振幅の調整を行うのであるから、判断ステップ560によってステップ564に移り、更新したパラメータDR、CNおよびSSを信号DRIA、CNIAおよびSSIAとして格納する。M/10が奇数の場合は、制御パラメータDR、CNおよびSSを信号DRIP、CNIPおよびSSIPとして格納する(ステップ562)。ここで、プロセッサの制御は、第3図のステップ348に移される。

一方、信号 $M/10$ が奇数(位相調整)の場合には、状態制御信号CNIP、方向制御信号DRIP、および修正ステップ・サイズ信号SSIPが、ステップ510に示すように得られ、制御信号CN、DR、およびSSとして使用されることを除けば、制御プロセッサの動作は、第5図に関する前記の説明と同じである。最大調整回数信号 M^* を大きな値に設定することにより、制御プロセ

ッサは、調整器103の振幅および位相パラメータの1つを何度か調整し、更に振幅および位相パラメータの他方を何度か調整するか、またはステップ348の条件が満たされるまで調整することができる。

データの解析および比較のステップ345および348が完了すると、調整回数信号Mは、1だけ加算され(ステップ352)、最大許容回数 M^* と比較される(判断ステップ355)。 $M > M^*$ の場合、ステップ304に再び入り、搬送波信号の検出動作が開始する。ステップ355において $M \leq M^*$ の場合、次の繰り返しが始まる(ステップ345)。この反復が終了するのは、相互変調信号が判断ステップ348に設定されている -30 から -60 dB までの範囲以外であるか、または回数が $M > M^*$ となりステップ355で反復回数限度に達した場合である。容認できるレベルの相互変調歪が得られるまで振幅・位相調整器123のパラメータの再調整を繰り返すことにより、相互変調低減ループの動作の結果として、相互変調歪を減

少させることができる。

第6図に、本発明を実証するもう1つの実施例のブロック図を示す。この実施例においては、増幅器回路の規定の周波数範囲を、周波数帯域の中央 f_c から最高部へ走査することにより、雑音以外に搬送波も他の信号もない周波数をもとめる。雑音以外検出されない周波数位置が検出されると、その検出された周波数を有するパイロット信号が電力増幅器の入力に導入される。このパイロット信号は、第1図に関して前述した検出搬送波信号と同様に作用するため、搬送波信号を除去するための振幅・位相調整器のパラメータを修正することにより前記パイロット信号を最小化し、更に歪信号を修正するための利得・位相調整器のパラメータを変更することにより相互変調生成信号を最小化することが可能である。

第6図において、第1の回路経路は、分割器601、プリディストーション増幅器605および方向性結合器610を備えているが、これらは、第1図に関して説明した動作と同様の動作をする。また、分

割器601の前には、パイロット信号を導入できるように、方向性結合器676が挿入されている。第2の回路経路は、利得・位相調整器(振幅・位相調整器)603、遅延素子604および合成器617を備えている。合成器617において、プリディストーション増幅器605からの増幅信号成分が利得・位相調整回路の経路からの入力信号により相殺されるため、分割器620の入力には歪成分が現れる。振幅・位相調整器623で合成器617からの歪成分が修正され、その修正歪成分が電圧増幅器627を介して合成器615に与えられる結果、規定の歪を位相反転したものが並列接続されている増幅器635-1から635-Nの入力に供給される。その増幅器の出力は、方向性結合器638を介して導線680で得られる。第6図において、前記のパイロット信号は、プリディストーション増幅器の経路および利得・位相調整経路の両方に導入され、合成器617の出力におけるパイロット信号の大きさを用いて調整器603の振幅パラメータおよび位相パラメータを調整することにより、その合成器の出力におけるパイロット信号の大き

さがその最小の値に保たれる。

コントローラ650は、実質的に第1図のコントローラ150と同じである。ただし、規定の周波数帯域を端f_cから走査して信号の無い周波数を探し、更にその周波数のパイロット信号を方向性結合器676に挿入するために、制御プログラム記憶装置205の命令が修正される点異なる。パイロット信号を発生させるためにVCO652により周波数偏移器(shifter)670を駆動して、検出された周波数の信号を生成させている。そして、挿入されたパイロット信号は、第3図および第4図のフローチャートに関して説明したような搬送波として作用する。第3図および第5図の動作のうち相互変調による信号の低減に関係する動作には、変わりがない。従って、ステップ305および307のように搬送波信号を求めて走査を行うのではなく、第7図に示す走査ステップを行う。

第7図について説明する。まず、デジタル/アナログ変換器225、230、240、および245がリセットされ(ステップ701)、パイロット調整制御

ット信号の大きさが解析されること、およびパイロット信号の最小化動作が完了した後にパイロット信号が消される(第7図のステップ723)点で異なる。ステップ733から755において相互変調信号を減少させる点は、第3図および第5図の対応するステップと同じであり、相互変調信号は、ステップ735および740の走査動作において検出され、最初に低減されるべき信号である。増幅器の周波数帯域の使用されていない部分であれば任意の周波数にパイロット信号を挿入することができ、未使用のパイロット信号周波数を除く全ての周波数帯域が伝送に使用できるので、好都合である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明を実証する歪補償回路のブロック図、

第2図は、第1図のコントローラの詳細なブロック図、

第3図、第4図および第5図は、第2図のコントローラの動作を説明するためのフローチャート、

信号および相互変調制御信号が初期化される(ステップ702および703)。そして、RFスイッチ645が設定されて導線640上の信号が混合器655に結合され(ステップ704)、指示を受けたコントローラにより、規定の周波数範囲の一端から走査され、信号の無い周波数が探される(ステップ705)。ステップ707において信号の無いことが検出された場合、その検出された周波数は、第2図のデータ記憶装置215に格納される(ステップ710)。次に、RFスイッチ645が、分割器620を混合器655に接続するように、設定され(ステップ712)、コントローラ・プロセッサのパイロット調整回数信号が1に設定される(ステップ714)。そして、パイロット信号がVCO652で発生し、周波数偏移器670において前記の検出された周波数に変換される。この検出周波数のパイロット信号は、方向性結合器676に与えられる(ステップ715)。第7図の残る動作は、第1図に関係し、第3図に示されている動作に対応する。ただし、第7図のステップ717において、パイロ

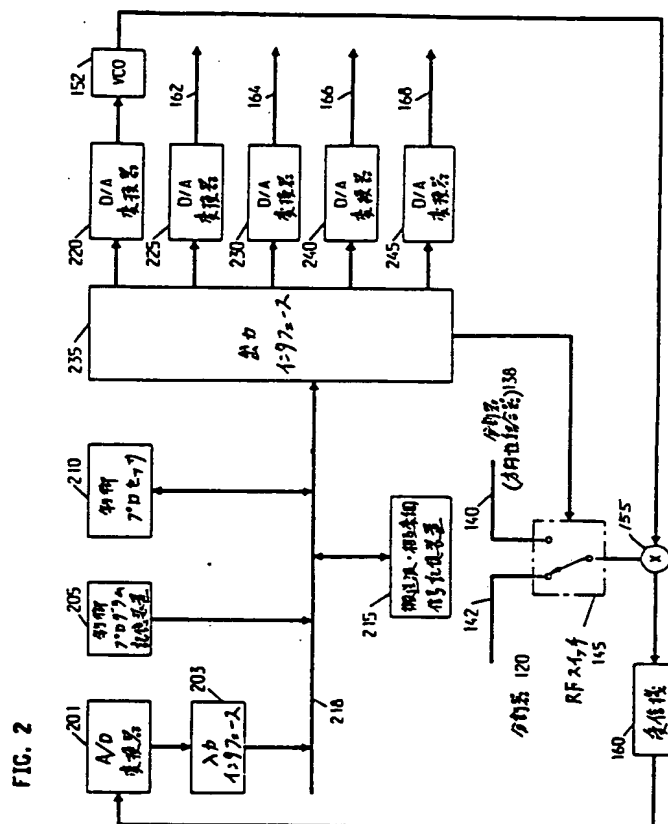
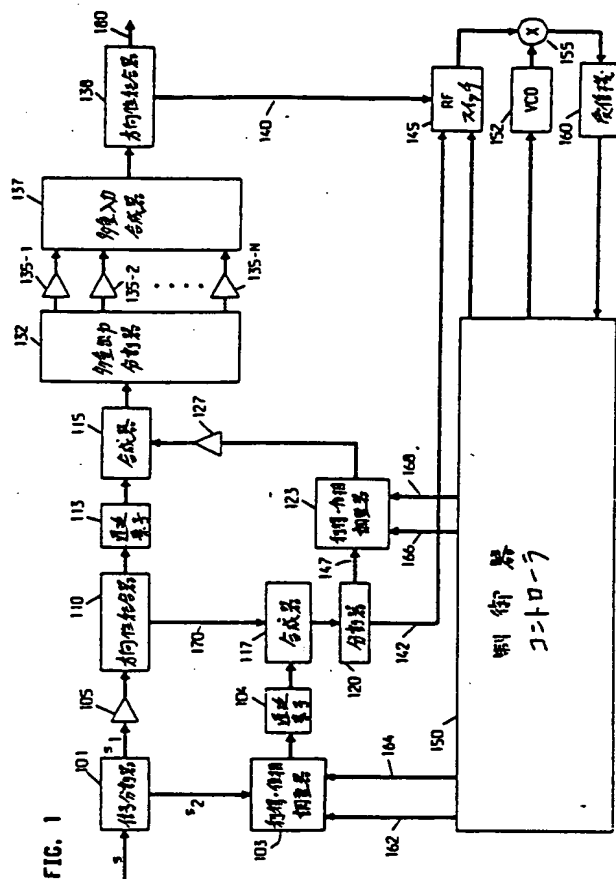
第6図は、本発明を実証する別の歪補償回路のブロック図、

第7図は、第6図のコントローラの動作を説明するためのフローチャート、

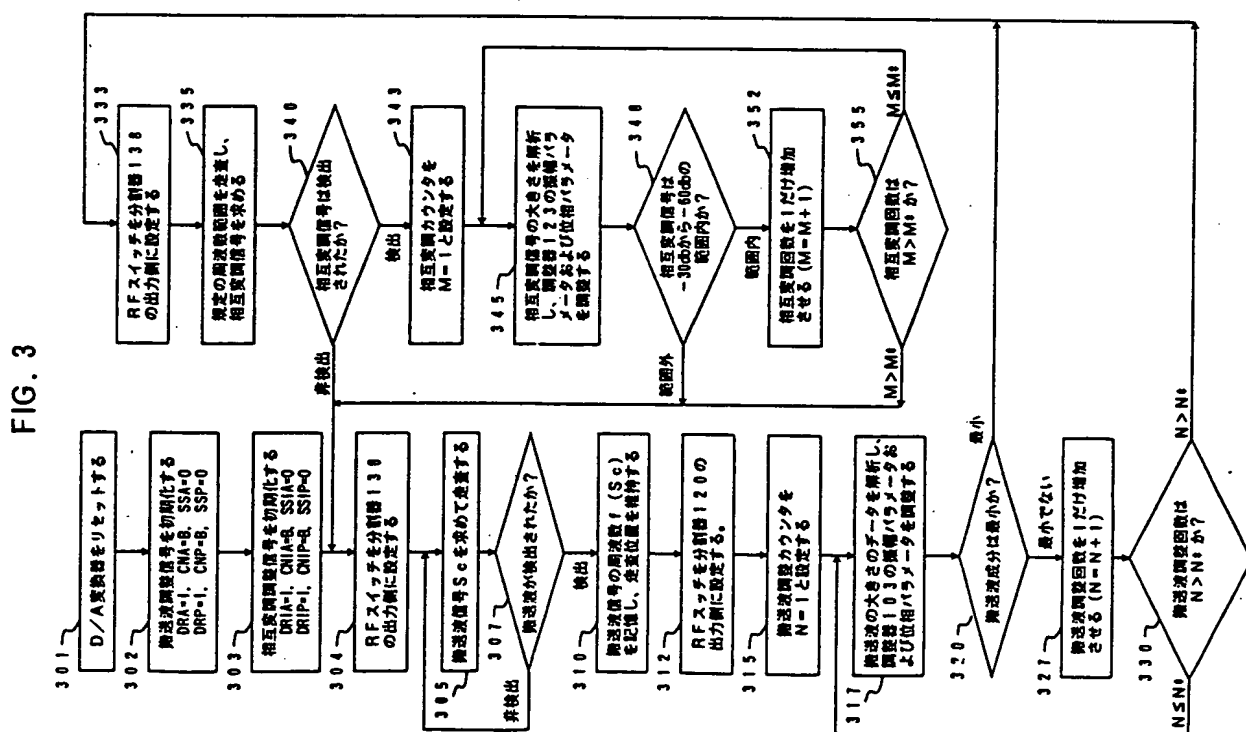
第8図は、第1図および第6図の動作を説明するための波形図を示す。

出願人：アメリカン テレフォン アンド
テレグラフ カンパニー
代理人：三 俣 弘
同 桂 木 雄





図面の浄書(内容に変更なし)



図面の淨意(内容に於ては)

FIG. 4

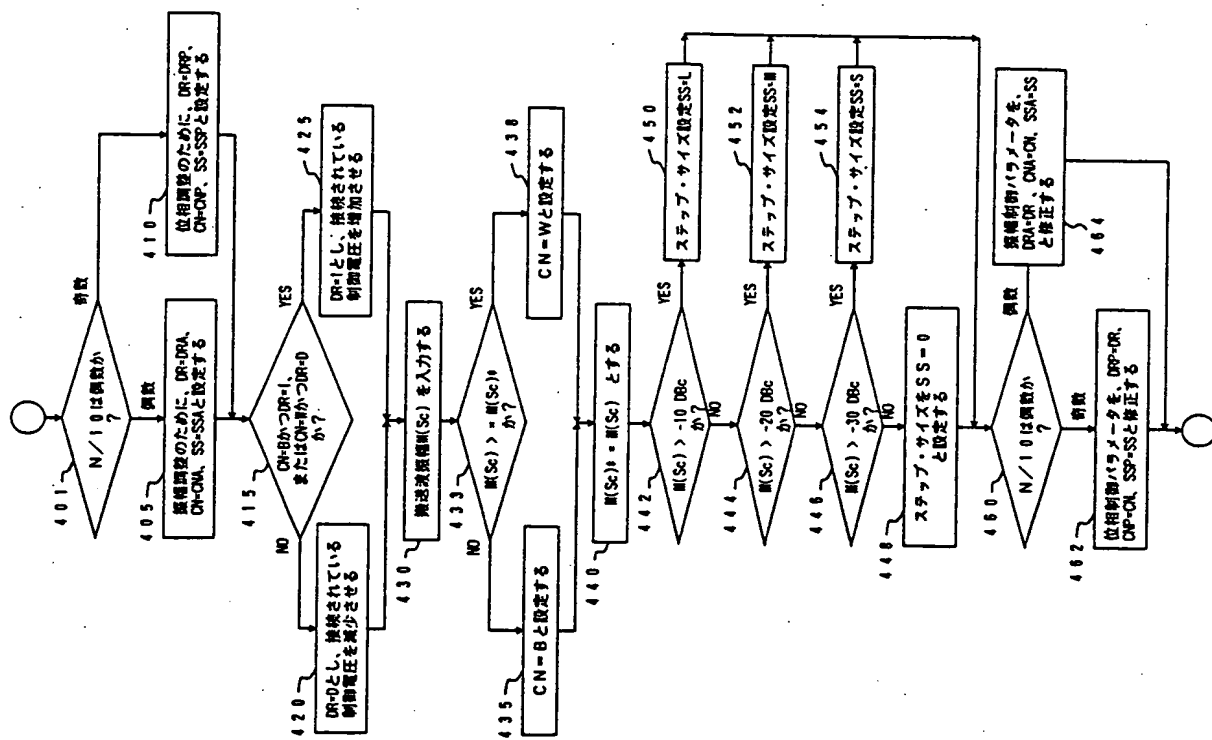
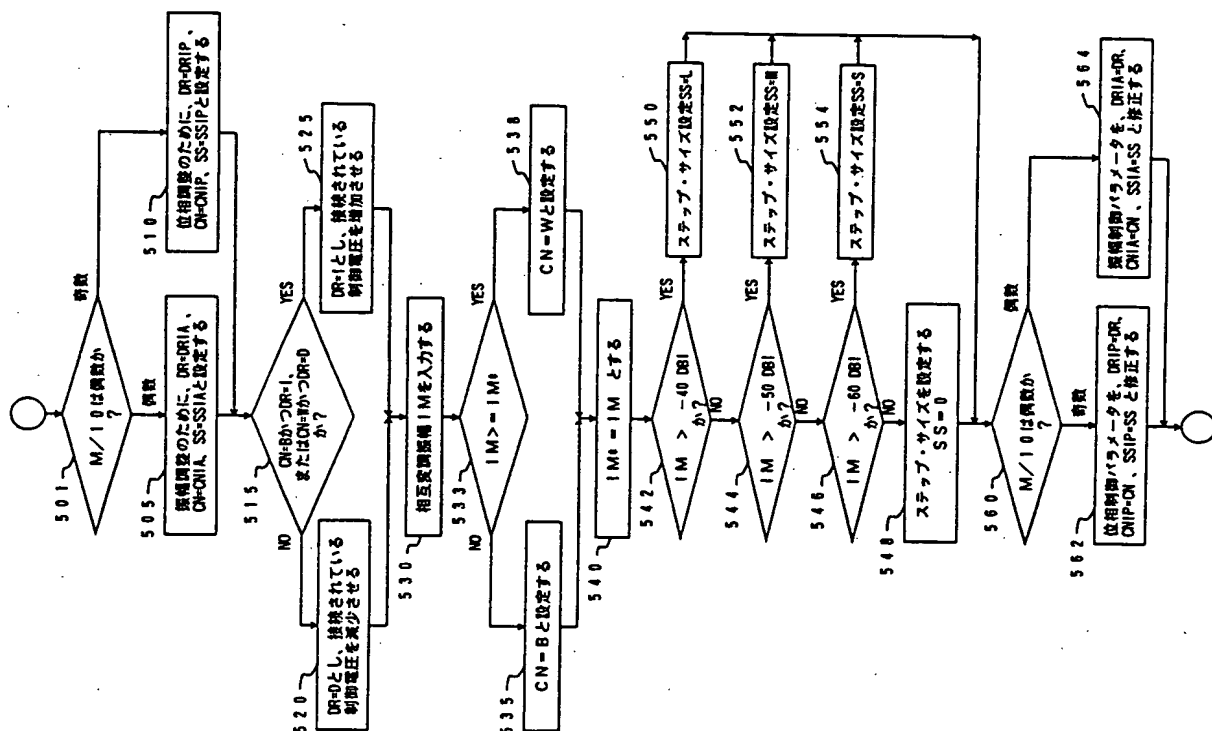


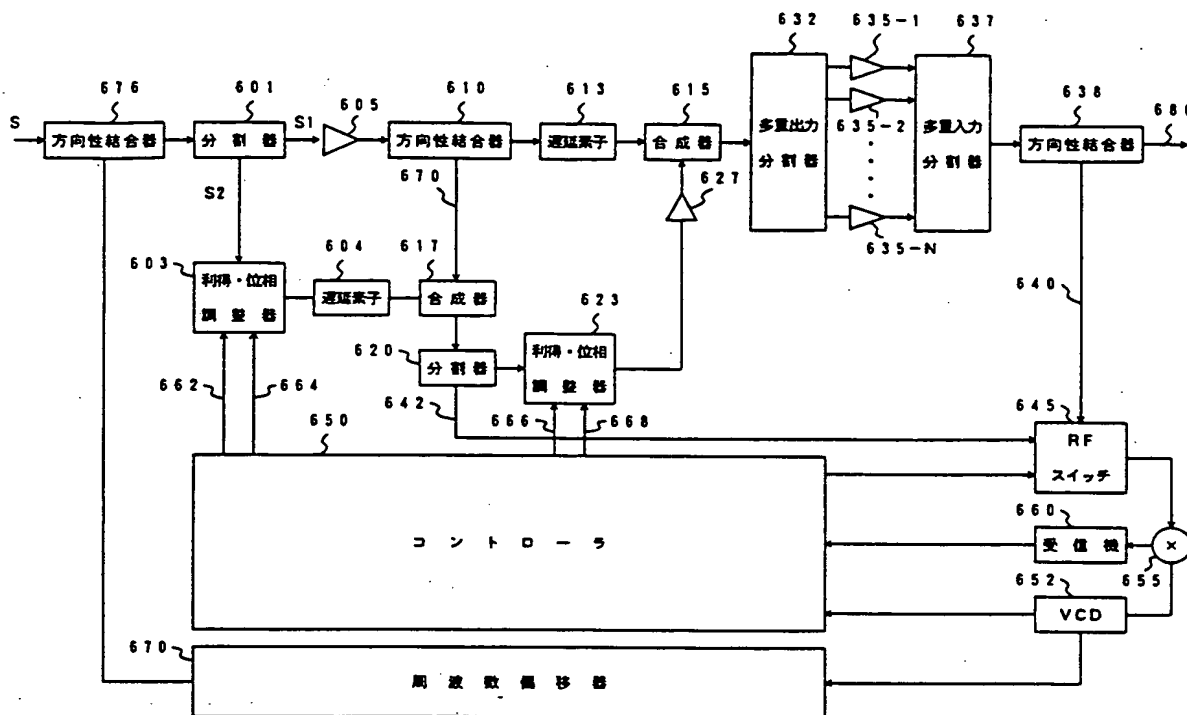
FIG. 5



図面の淨意(内容に於ては)

図面の淨書(内容に変更なし)

FIG. 6



図面の浄書(内容に変更なし)

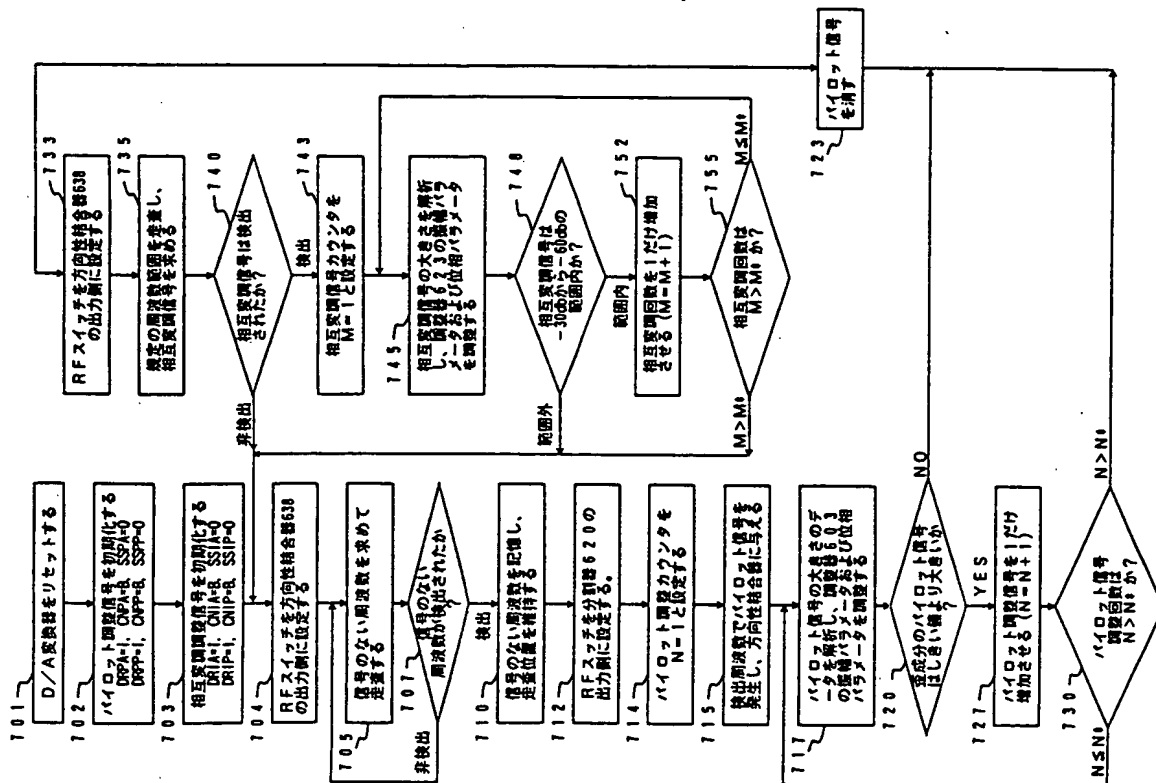


FIG. 7

手 続 補 正 書 (方式)

平成2年 7月10日

特許庁長官 植松 敏 殿

1. 事件の表示

特願平 1-280037号

2. 発明の名称

電力増幅器用歪補償回路

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

アメリカン テレフォン アンド テレグラフ カムパニー

4. 代 理 人

住所 〒106 東京都港区六本木1-4-30 第25森ビル

日本エイ・ティ・アンド・ティ株式会社内

電話 5561-3072

氏名 (8105) 弁理士 三 俣 弘 文



5. 補正命令の日付(発送日)

平成2年 2月27日

6. 補正の対象

図面

7. 補正の内容

願書に最初に添付した第3図、第4図、第5図、第6図および第7図の浄書を提出する(内容に変更無し)。

以 上



方式 (四)

FIG. 8

